

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

03/8025-SHY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000049081 A**

(43) Date of publication of application: **18.02.00**

(51) Int. Cl.

H01L 21/027
G03F 7/20

(21) Application number: **10216803**

(22) Date of filing: **31.07.98**

(71) Applicant: **NIKON CORP**

(72) Inventor: **KAMITAKA NORIAKI**
KONDO HIROYUKI

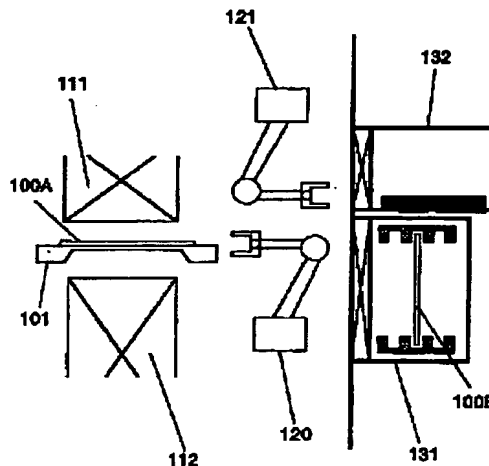
(54) **CHARGED PARTICLE BEAM EXPOSURE
SYSTEM**

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a charged particle beam exposure system by which a reticle which is not contaminated by fine particles or the like can be used without reducing performance at all times.

SOLUTION: A reticle 100A is sent to a reticle cleaning device 132 without fail, before being transferred from a reticle loader 131 to a position for exposure by reticle transferring devices 120 and 121. After adhered fine particles or the like are removed by the reticle cleaning device 132, the reticle is disposed in a position for exposing. The reticle 100A used for exposure is replaced, after a certain time, with a reticle 100B having same patterns. The reticle 100B to be disposed to a position for exposure has been already transferred from the reticle loader 131 to the cleaning device 132 and has been completed of cleaning, while the reticle 100A is used for exposure. In this way, the reticles 100A and 100B are used alternately at a time interval which is shorter enough than the time, in which fine particles or the like causing problems to projection exposure adhere to the reticle.



【特許請求の範囲】

【請求項1】 レチクル上に構成されたパターンを荷電粒子線によって目的物表面に投影する荷電粒子線投影露光装置において、同じパターンを有するレチクルを2つ以上使用し、露光装置内の露光位置に配置するレチクルを、時間間隔をおいて同じパターンを有する他のレチクルと交換し、露光位置に配置されていないレチクルに対して、表面の微粒子等を除去する操作を行うようにしたことを特徴とする荷電粒子線露光装置。

【請求項2】 レチクルの表面の微粒子等を除去する操作を、当該レチクルを露光位置に配置する直前に行うようにしたことを特徴とする請求項1に記載の荷電粒子線露光装置。

【請求項3】 レチクル表面への微粒子の付着やレチクルパターンの破壊の有無を検査するレチクル検査装置を、露光位置とは別の場所に設けたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載の荷電粒子線露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レチクル上に構成されたパターンを荷電粒子線によって目的物表面に投影する荷電粒子線投影露光装置に関するものであり、さらに詳しくは、常に微粒子等で汚染されていないレチクルを使用可能とした荷電粒子線投影露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 現在、微細な半導体回路の作製法として広く用いられている光縮小投影露光装置においては、投影に使われる光に対して透明なペリクルと呼ばれる膜をマスクの上下に配置することによって、汚染微粒子がマスクに直接付着することを防いでいる。ペリクル上に付着した汚染微粒子の像は結像面上（ウエハ上）では像を結ばずにばやけてしまうため、マスクパターンの結像には影響を与えない。これによって光縮小露光装置はマスクの微粒子汚染による歩留まりの低下、ひいては装置の処理能力の低下を防いでいる。

【0003】 半導体回路の最小加工線幅は、半導体の高集積化により年々微細化しているが、光（紫外光）を用いた投影露光では回折限界によって最小加工線幅が原理的に制限されている。そのため、より一層微細な加工を行うために、X線や電子線を用いる方法が提案されている。その中の1つである電子線投影露光では、レチクルと呼ばれる薄い膜の上に形成されたパターンを電子線光学系によって投影する。電子は光（紫外光）よりも小さな領域に絞り込むことができるので、光（紫外光）では不可能な微細な加工が可能となり、しかも一度に広い領域の露光が可能であるため、装置として高い処理能力が得られる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、電子はすべて

の物質によって大きく吸収されて透明な物質が存在しないため、この手法で用いるレチクルは、ペリクルのような膜で微粒子から保護することはできない。そのため、電子線投影露光に用いられるレチクルでは、表面に微粒子が堆積・付着することを防止すること、あるいは付着した微粒子を検出・除去することが不可欠である。このような事情は、電子線以外の荷電粒子線を用いる場合でも同様である。

【0005】 又、レチクルに付着する微粒子などを除去するにあたって、問題となる微粒子を検出する必要があるが、問題となる微粒子の最小径は $0.05\mu\text{m}$ 程度と非常に小さい。このような微粒子を一つ残らず確実に、しかもレチクル全面にわたって検出するには容易なことではなく、長い時間が必要となる。また、レチクルの微粒子による汚染を露光時の配置のまま検出することはさらに困難である。

【0006】 この微粒子検出に費やされる時間、及び微粒子が検出された場合に行われる洗浄の時間、レチクルをこれらの装置間に移動させるためにかかる時間は、装置の処理能力を低下させることになる。

【0007】 本発明はこのような問題点を解決するためになされたもので、処理能力を低下させることなく、常に微粒子等で汚染されていないレチクルを使用可能である荷電粒子線投影露光装置を提供することを課題とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】 前記課題を解決するための第1の手段は、レチクル上に構成されたパターンを荷電粒子線によって目的物表面に投影する荷電粒子線投影露光装置において、同じパターンを有するレチクルを2つ以上使用し、露光装置内の露光位置に配置するレチクルを時間間隔をおいて同じパターンを有する他のレチクルと交換し、露光位置に配置されていないレチクルに対して、表面の微粒子等を除去する操作を行うようにしたことを特徴とする荷電粒子線露光装置（請求項1）である。

【0009】 本手段においては、同じパターンを有する複数枚のレチクルを組にして使用し、ひとつのレチクルを露光位置に配置して投影露光に使用している間に、他のレチクルの表面に付着した微粒子等を洗浄等により除去する。そして、ひとつのレチクルをある時間投影露光に使用したら、当該レチクルを露光位置から取り出し、微粒子等が除去された別のレチクルを投影露光位置に配置する。露光位置から取り出したレチクルに対しては、洗浄等を行い、表面に付着した微粒子等を除去する。このようにして、複数のレチクルを、表面に付着した微粒子を取り除きながら順次投影露光に使用することにより、常に微粒子等で汚染されていないレチクルを投影露光に使用することが可能となる。洗浄等の作業は、投影露光と並行して行われるため、洗浄等により装置のスル

ープットが低下することはない。

【0010】すなわち、レチクルの微粒子汚染に対して、同種・複数のレチクルを頻繁に交換し、交換にあたっては装置の非稼働時間を最小限にとどめるようにし、使用していないレチクルについて微粒子の除去を十分に行うことによって、装置としての処理能力を下げることなく、露光に使用しているレチクルの微粒子付着の危険を低下させることができる。

【0011】前記課題を解決するための第2の手段は、前記第1の手段であって、レチクルの表面の微粒子等を除去する操作を、当該レチクルを露光位置に配置する直前に行うようにしたことを特徴とするもの(請求項2)である。

【0012】本手段によれば、微粒子等が除去された直後のレチクルを、新たに投影露光用として使用することができ、洗浄等を行った後の待機中に、新たに微粒子等が付着して問題を起こす可能性を無くすることができる。

【0013】前記課題を解決するための第3の手段は、前記第1の手段又は第2の手段であって、レチクル表面への微粒子の付着やレチクルパターンの破壊の有無を検査するレチクル検査装置を、露光位置とは別の場所に設けたことを特徴とするものである。

【0014】本手段によれば、露光位置から取り出したレチクルをレチクル検査装置で検査し、微粒子等の付着やレチクルパターンの破壊が検出されなければ、そのまま次に露光位置に戻して再度使用することができる。微粒子等の付着が検出されれば、洗浄等により微粒子等を除去した後、次に露光位置に戻して再度使用する。レチクルパターンの破壊が検出され、投影露光に使用することが不適当と判断された場合には、当該レチクルは予備のレチクルと交換され、この新しいレチクルが、次に露光位置に配置される。レチクルの検査は、投影露光と平行して行われるため、レチクルの検査によりスループットが低下することがない。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態の例を図を用いて説明する。図1は、本発明の実施の形態の1例である電子線投影露光装置の要部を示す図である。図1において、100A、100Bはレチクル、101はレチクルステージ、111は照明電子光学系、112は投影電子光学系、120、121はレチクル搬送装置、131はレチクルローダ、132はレチクル洗浄装置である。

【0016】レチクルステージ101上に電子線投影露光用のレチクル100Aが配置されている。このレチクル100Aには、照明電子光学系111を通った電子線が照射される。レチクル100Aの像は、縮小投影電子光学系112によって縮小され、レジストを塗布したウエハ(図示せず)上に投影される。

【0017】この電子線投影露光装置では、レチクル100Aはレチクルローダ131からレチクル搬送装置120、121によって露光時の位置に配置される前に、必ずレチクル洗浄装置132に送られる。そして、レチクル洗浄装置132で付着微粒子等を除去された後、露光時の位置に配置される。露光に使われたレチクル100Aは、ある時間間隔をおいて同じパターン形状をもったレチクル100Bと交換される。新たに露光時の位置に配置されるレチクル100Bは、レチクル100Aが露光に使用されている間にレチクルローダ131から洗浄装置132に送られて洗浄を終えている。

【0018】レチクルを交換する際には、レチクル100Aがレチクル交換装置121によって露光位置から取り出された後、レチクル100Bがレチクル交換装置120によって迅速に露光位置に配置され、位置決めを行った後、速やかに露光が開始される。レチクル100Aはレチクルローダ131に格納され、ある時間間隔をおいて、再びレチクル100Bと交換されて露光位置に配置される。この交換の際にも、レチクル100Bを用いた露光が行われている間にレチクル100Aの洗浄が行われ、迅速な交換と速やかな露光の再開がなされる。

【0019】この装置では、露光中に微粒子などによる汚染をどの程度受けるかについてはあらかじめ測定が行われている。そして、その結果を基に、問題になる程度の汚染が起こるのにかかる平均的な時間間隔よりも十分に短い時間間隔で交換を行っている。レチクル交換の時間間隔は、一定時間とするのが最も簡単であるが、問題になる程度の汚染が起こるのにかかる平均的な時間間隔よりも十分に短い時間間隔であれば、ある程度のばらつきがあっても差し支えない。

【0020】また、洗浄法についてもあらかじめ実験を行い、平均的な汚染に対して十分な効果を有する程度の洗浄が施される。このような電子線投影露光装置によれば、装置の処理能力を低下させることなく、レチクルへの微粒子などの付着を抑制することができる。

【0021】図2は、本発明の実施の形態の他の例である電子線投影露光装置の要部を示す図である。図2において、200A、200B、200Cはレチクル、201はレチクルステージ、210は電子源、211は照明電子光学系、212は投影電子光学系、213はウエハステージ、214はウエハ、220、221はレチクル搬送装置、231はレチクルローダ、232はレチクル洗浄装置、233はレチクル検査装置、240は真空容器である。

【0022】真空容器240内は、電子が散乱することを防ぐため、 10^{-4} Pa以下の圧力になるように排気装置(図示せず)によって排気されている。真空容器240内には電子源210、照明電子光学系211、レチクルステージ201、投影電子光学系212、ウエハステ

ージ 213 が配置され、電子線によってレチクル 200 A 上のパターンがウエハ 214 上に投影・転写される。

【0023】本電子線投影露光装置は、同じパターンを有する 2 枚のレチクル 200 A、200 B を有している。この 2 枚のレチクルは、ある時間間隔を置いて交換される。交換の時間間隔 Δt は、露光時に問題となる微粒子がレチクル上に付着する時間の平均を t 、標準偏差を σ としたときに、 $\Delta t = t - 3\sigma$ となるように設定されている。すなわち、露光時に問題となる微粒子がレチクル上に付着する確率が、約 0.3% 以下となるようにされている。

【0024】最初、レチクル 200 A は、レチクル搬送装置 220 によってレチクルローダ 231 からレチクル洗浄装置 232 へ搬送され、レチクル洗浄装置 232 により微粒子が除去される。その後、レチクル搬送装置 220 によってレチクルステージ 201 に運ばれ、アライメントの後、露光が行われる。レチクルの交換時期が近づくと、レチクル 200 B がレチクル搬送装置 220 によってレチクルローダ 231 からレチクル洗浄装置 232 へ搬送されて、レチクル洗浄装置 232 により微粒子が除去され、その後、レチクルの迅速な交換に適した位置で待機する。

【0025】レチクル洗浄装置 232 はレーザー照射によって付着微粒子を除去するレーザークリーニング装置であり、真空中でレチクルの洗浄が行えるため、微粒子を巻き上げて微粒子汚染の原因となるおそれのある真空のリーク・排気の必要がない。

【0026】レチクルの交換時には、レチクル 200 A がレチクル搬送装置 221 によってレチクルステージ 201 から取り外されると、待機していたレチクル 200 B がレチクル搬送装置 220 によって迅速にレチクルステージ 201 に運ばれる。すると直ちにレチクル 200 B のアライメントが始まり、露光が再開される。

【0027】この間にレチクル 200 A はレチクル検査装置 233 に運ばれ、微粒子等の付着やパターンの破壊などが見られないか検査がなされる。微粒子等の付着やパターンの破壊が見られない場合には、レチクル 200 A は、そのまま次交換時から投影露光用レチクルとして使用される。微粒子等の付着が見られた場合には、レチクル 200 A はレチクル洗浄装置 32 に送られ、洗浄を行った後、次の交換時から投影露光用レチクルとして使用される。

【0028】パターンに破壊が見られ、露光に使用することが困難な場合にはレチクルローダ 231 中の予備レチクル 200 C が次の交換時から使用される。このように、電子線投影露光装置に同じ形状のレチクルを複数用意し、それらのある時間間隔において交換し、露光に

使用していないレチクルについて洗浄や形状検査を行うことによって、装置としての処理能力を低下させることなくレチクルへの微粒子の付着の可能性を低減することができる。

【0029】本実施の形態では、レチクル交換の時間間隔を $\Delta t = t - 3\sigma$ としたが、問題になる程度の汚染が起こるのにかかる平均的な時間間隔よりも十分に短い時間間隔であればよく、これに限るものではない。又、本実施の形態では、基本的には 2 枚のレチクルを交換して使用しているが、この枚数に限るものではなく、3 枚以上のレチクルを順次使用するようにしてもよい。

【0030】さらに、本実施の形態では、レチクル洗浄装置としてレーザークリーニング装置を用いているが、レチクルの十分な洗浄が行えればこれに限るものではなく、又、真空のリーク・排気時の微粒子汚染に対して十分な対策を講じれば、大気圧下で洗浄を行ってもよい。

【0031】

【発明の効果】以上説明したように、本発明においては、同じパターンを有する複数枚のレチクルを組にして使用し、ひとつのレチクルを露光位置に配置して投影露光に使用している間に、他のレチクルの表面に付着した微粒子等を洗浄等により除去し、順次レチクルを交換して投影露光に使用しているので、微粒子による汚染の可能性の低いレチクルが常に露光に使用されることになり、製品歩留まりを高くすることができる。又、投影露光と洗浄等が並行して行われるため、高いスループットを達成することができる。

【図面の簡単な説明】

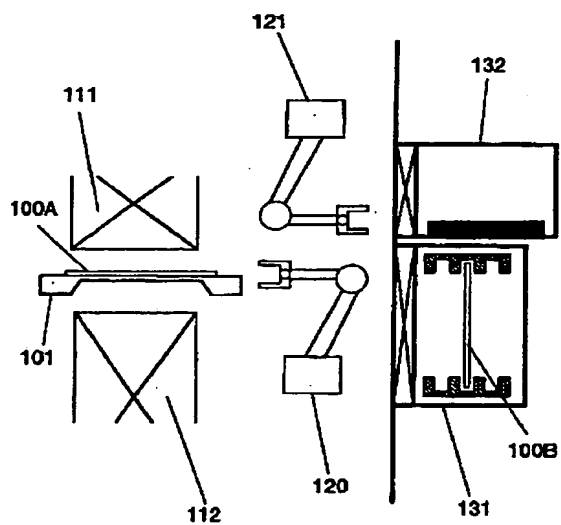
【図 1】本発明の実施の形態の 1 例である電子線投影露光装置の要部を示す図である。

【図 2】本発明の実施の形態の他の例である電子線投影露光装置の要部を示す図である。

【符号の説明】

100 A, 100 B, 200 A, 200 B, 200 C…レチクル
101, 201…レチクルステージ
210…電子源
111, 211…照明電子光学系
112, 212…投影電子光学系
213…ウエハステージ
214…ウエハ
120, 121, 220, 221…レチクル搬送装置
131, 231…レチクルローダ
132, 232…レチクル洗浄装置
233…レチクル検査装置
240…真空容器

【図 1】



【図 2】

